

Application



Analyse du comportement dynamique global d'une moto

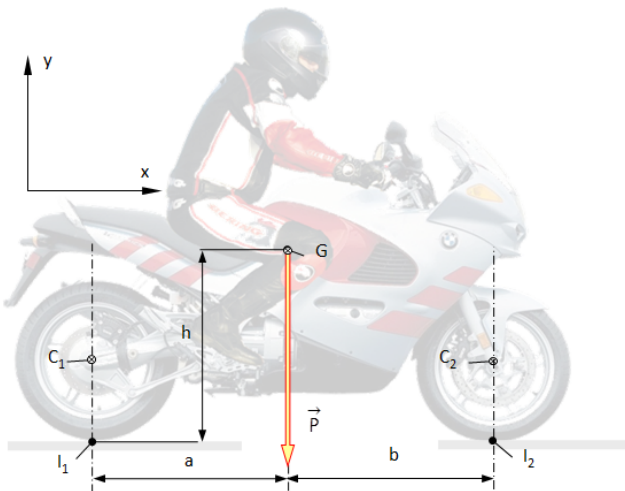
Équipe PT La Martinière Monplaisir

Savoirs et compétences :

Étude de la phase d'accélération

Une moto est modélisée par ses roues arrières et avant (notées 1 et 2) d'une part et le reste de la moto et le pilote (noté M). Les roues sont en liaison pivot avec la moto et sont en contact ponctuel avec le sol. On note $S = \{1, 2, M\}$.

La phase d'étude envisagée concerne un démarrage énergétique sur le premier rapport de la transmission, sur une chaussée horizontale. La figure suivante représente la moto et son pilote dans cette situation. Le couple appliqué par la transmission à la roue arrière est noté $\vec{C}_{r1} = -C_{r1} \vec{z}$



Le coefficient de frottement au contact roue sol est supposé constant, égal à $f = 0,7$. La résistance de l'air est supposée négligeable (vitesse modérée).

On suppose en première approximation que le mouvement est une translation rectiligne.

Dans ces conditions particulières, le principe fondamental de la dynamique appliqué à la moto S s'écrit sous la forme simplifiée suivante : $\{\mathcal{T}(\text{ext} \rightarrow S)\} = \left\{ \frac{m\vec{\Gamma}(G \in S/R_0)}{0} \right\}_G$.

Les masses et inertie des roues sont faibles comparées à la masse de l'ensemble (moto – pilote). On admet que les grandeurs dynamiques qui leur sont appliquées sont négligeables, ce qui permet de les étudier en statique.

Question 1 Faire un schéma cinématique simplifié et un graphe de structure.

Question 2 Appliquer le PFD à la roue avant. En déduire la direction de l'action de contact entre la roue et le sol.

Question 3 Appliquer le PFD à la roue arrière. En déduire la relation reliant le couple C_{r1} et la composante tangentielle T_1 de l'action de contact entre la roue et le sol.

Question 4 Appliquer le PFD à E. En déduire en fonction de C_{r1} et des paramètres géométriques :

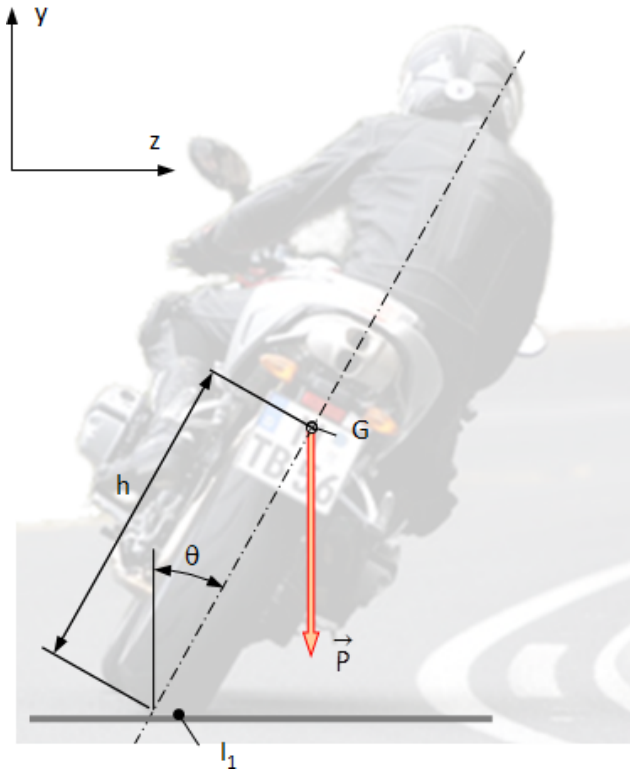
- la valeur de l'accélération ;
- les composantes des actions de contact du sol sur la roue arrière en I_1 et sur la roue avant en I_2 . Préciser à quelle condition le contact est sans glissement au niveau de la roue arrière.

Application numérique : $m = 340 \text{ kg}$, $a = 670 \text{ mm}$, $b = 880 \text{ mm}$, empattement : $L = 1550 \text{ mm}$, $C_{r1} = 160 \text{ Nm}$, $R = 300 \text{ mm}$ (Rayon de la roue) $h = 700 \text{ mm}$.

Question 5 Quel compromis peut-on faire entre le couple C_{r1} , la position du centre de gravité suivant \vec{x} et le coefficient de frottement afin de ne pas déraper et d'éviter un wheeling.

Étude de la moto en courbe

La figure suivante représente la moto et son pilote en vue de derrière lors d'un passage en courbe.



On suppose que la moto roule à vitesse uniforme, dans une courbe à rayon constant R_c , et que la limite du glissement est atteinte au niveau du contact des roues avec le sol.

Dans ces conditions, le principe fondamental de dynamique s'écrit de la façon suivante :

$$\{\mathcal{T}(\text{ext} \rightarrow S)\} = \{\mathcal{D}(S \rightarrow R_0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{m\Gamma(G \in S/R_0)} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G.$$

Le coefficient de frottement au contact roue sol est supposé constant, égal à $f = 0,7$. La résistance de l'air est supposée négligeable (vitesse modérée). On considère une étude dynamique dans le plan (G, \vec{y}, \vec{z}) .

Question 6 Calculer l'accélération du centre de gravité G de l'ensemble M en fonction de la vitesse V de la moto, supposée constante et du rayon R_c du virage.

Question 7 Appliquer le PFD à E . En déduire :

- l'inclinaison de la moto ;
- la vitesse V de passage dans le virage en fonction de son rayon R_c ;
- l'action du sol sur la roue arrière en I_1 ;
- valeurs de l'effort au contact roue arrière – sol.

Bilan

Question 8 Préciser celle des deux situations précédentes qui induit l'effort le plus élevé au contact roue arrière/sol.